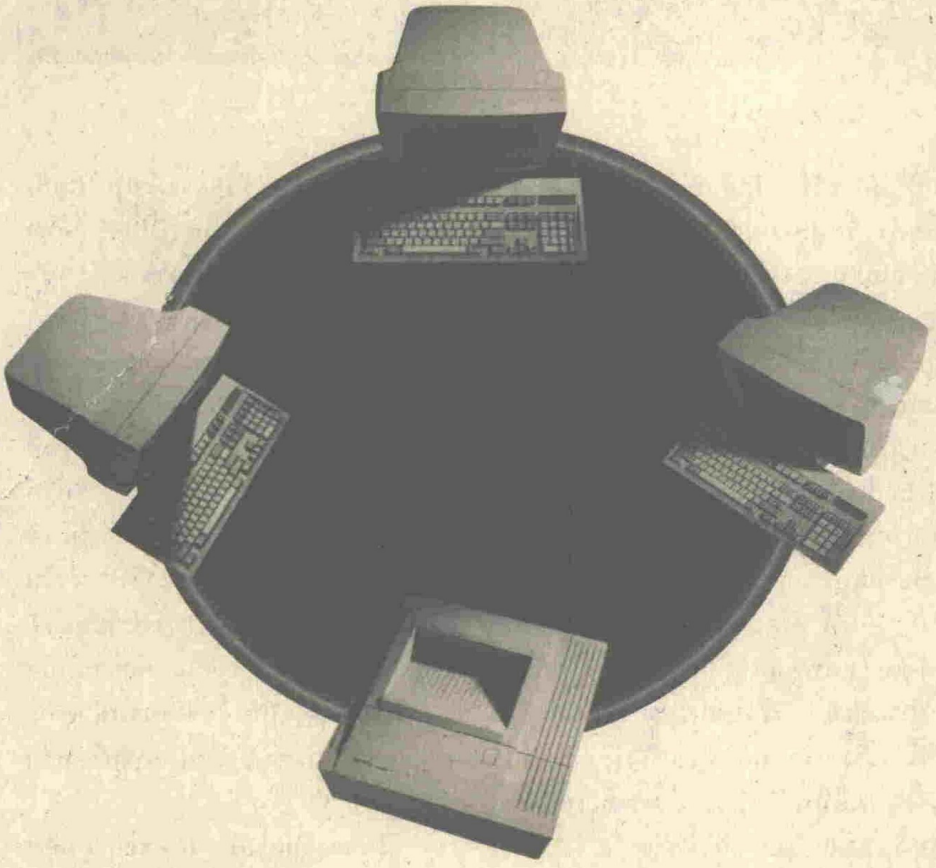
Networking
ภุชงค์ อุทโยภาศ

ยูนิกซ์ กับเน็ตเวอร์ก

ความเป็นมาของเทคโนโลยีข่ายสื่อสารกับยูนิกซ์



พักหลัง ๆ ผมชักได้ยินบ่อย ๆ ถึงคำพูดที่ว่าเราเข้าสู่ยุคสารสนเทศ หรือ Information age กันแล้ว (ไวรัสทั้งหลายคงเป็น Information aids ละมังครับ) คำพูดนี้ให้ความสำคัญกับข้อมูลข่าวสารอย่างมาก ใครที่มีข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วและถูกต้องกว่าก็จะกำชัยชนะในการทำธุรกิจในที่สุด แต่คนใช้ข้อมูลเหล่านี้มักจะไม่ได้มาอยู่รวมกันในที่แห่งเดียวกันซะทีเดียว แต่กระจัดกระจายไปทั้งองค์กร การที่จะนำข้อมูลข่าวสารไปให้ถึงตัวผู้ใช้โดยเร็วที่สุดนั้นก็ต้องพึ่งพาข่ายสื่อสารที่ทรงประสิทธิภาพมาช่วยเพื่อเชื่อมโยงผู้ใช้เข้าด้วยกัน อย่างเพลงไทย เขาว่า "รักกันอยู่ขอบฟ้าเขาเขียว เสมือนอยู่หอแห่งเดียวร่วมห้อง" อย่างนั้นละครับ

สมัยนี้ระบบยูนิกซ์ชักเริ่มแพร่หลายมีคนใช้กันมาก เพราะมีข้อดีหลายประการ เช่น เป็นระบบที่มีคนบัญญัติศัพท์แสนจะเท่ห์ว่า "หลากผู้ใช้หลายภาระ" ซึ่งมาจากคำว่า Multiuser-Multitasking มีสภาวะ (Environment) ที่ดีในการพัฒนาโปรแกรม ทำให้โปรแกรมที่พัฒนาแล้วโอนย้ายข้ามเครื่องได้โดยง่าย โดยเฉพาะมีขีดความสามารถทางด้านการสื่อสารที่ดีมาก เหมาะกับสังคมสารสนเทศแบบไฮเทคเปี๊ยบเลย

วันนี้ผมเลยขอพาผู้อ่านทุกท่านไปพบกับความสามารถทางด้านเน็ตเวอร์กของยูนิกซ์ดูสักทีครับ

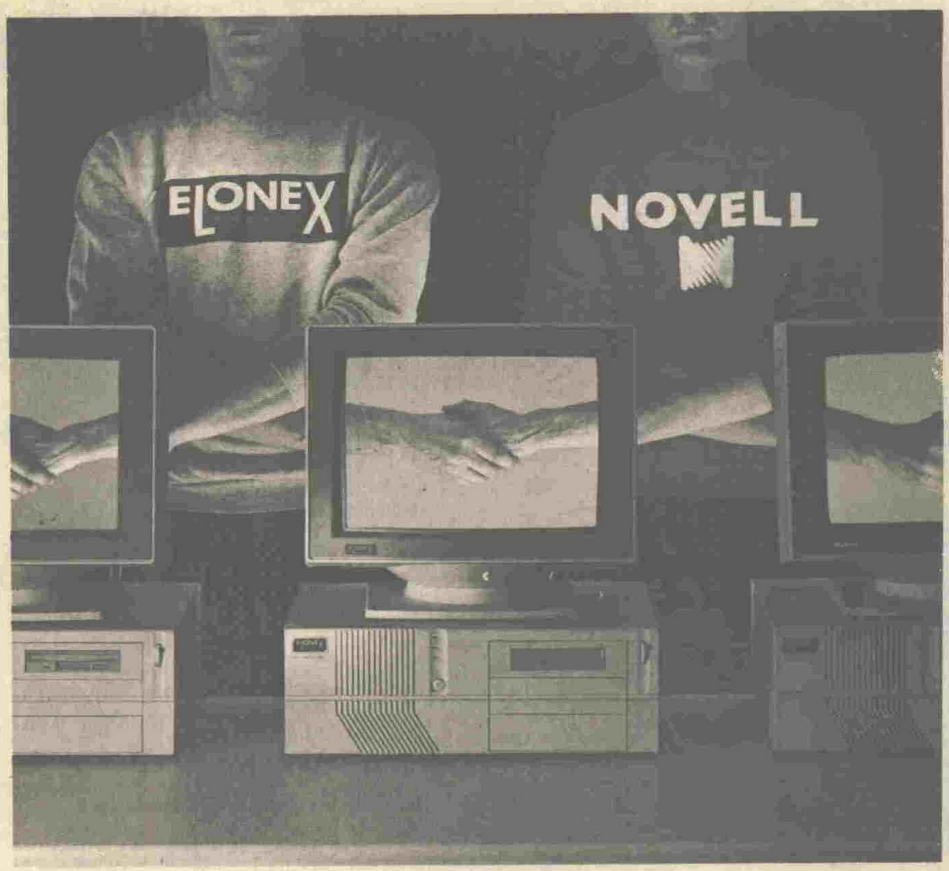
ความฝันของผู้ใช้

หน้าที่ของข่ายสื่อสารโดยทั่วไปจะสนับสนุนจุดประสงค์หลัก 2 ประการด้วยกันคือ

1. การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Information Sharing) ผู้ใช้ทุกคนเมื่อใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกันเป็นเน็ตเวอร์กแล้วควรจะเข้าถึงข้อมูลได้ทุกอย่างที่ต้องการ ไม่ว่าข้อมูลนั้นจะอยู่ที่ไหน แถมเจ้าเครือข่ายนี้ต้องสนับสนุนการประสานงานระหว่างผู้ใช้ เช่น มีไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยส่งบันทึกความจำ รายงานการประชุม หรือเอกสารต่าง ๆ ไปยังผู้ใช้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด ผมนั่งอยู่หน้าเครื่องที่เมืองไทยส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล์ไปได้ทั่วโลก สามารถล็อคอินเข้าไปใช้เครื่องไหนในเน็ตเวอร์กก็ได้ ทำการส่งไฟล์ (file transfer) ไปยังเครื่องอื่นได้ง่าย ๆ

2. การใช้ทรัพยากรร่วมกัน ชาวบ้านเขามีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ชั้นยอด ผมอยากจะใช้บ้างแต่ไม่มีปัญญาซื้อ ระบบเน็ตเวอร์กต้องช่วยให้ผมส่งงานพิมพ์ไปใช้ได้โดยง่าย มีดิสก์ตัวโต มีเทปแบคอัพอยู่ที่ไหนในข่ายคอมพิวเตอร์นี้ต้องใช้ได้หมด

พูดไปยังกับเพ้อฝันนะครับแต่ผมจะเล่าให้ฟังว่าในยูนิกซ์ผู้ใช้จะทำได้ทุกอย่างที่เราฝันมาเมื่อครู่ แล้วทำได้อย่างไร



ความเป็นมาของยูนิกซ์กับข่ายสื่อสาร

ระบบยูนิกซ์เป็นระบบที่มีมาตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1970 โดยเริ่มจากงานวิจัยเล็ก ๆ ของเคน ทอมป์สัน เดนนิส ริตชี่ และไบรอัน เคอร์นิแกน ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยเบลล์ แต่ความคิดในการสื่อสารข้อมูลด้วยระบบยูนิกซ์ เริ่มจากโปรแกรม UUCP (UNIX to UNIX Copy) ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1976 และปล่อยออกมานอก AT&T ในปี ค.ศ. 1978 พร้อมกับยูนิกซ์ เวอร์ชัน 7 UUCP ให้บริการด้านอีเมล์และรับส่งไฟล์ ในปัจจุบันก็ยังเป็นรูปแบบที่แพร่หลายที่สุดรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารภายในยูนิกซ์

ในปี ค.ศ. 1978 อีริค ชมิด ได้พัฒนาซอฟต์แวร์สื่อสารข้อมูลขึ้นชื่อ "Berknet" ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียที่เบิร์กเล่ย์ เริ่มจากยูนิกซ์ที่เบิร์กเล่ย์พัฒนาขึ้นคือ BSD 2.0 ระบบนี้ใช้สาย RS-232C เชื่อมกันที่ความเร็ว 9600 บิต/วินาที

ในปี ค.ศ. 1980 บริษัท Bolt, Beranek and Newman (BBN) ได้ทำสัญญากับโครงการวิจัยทางทหารของสหรัฐอเมริกาหรือ DARPA ให้พัฒนาโปรแกรมสนับสนุนโปรโตคอลแบบ TCP/IP ของกระทรวงกลาโหม สำหรับยูนิกซ์จากเบิร์กเล่ย์ BBN ส่งระบบที่พัฒนาแล้วบน UNIX BSD 4.1 ไปให้กับเบิร์กเล่ย์ซึ่งได้พัฒนาลงไปในยูนิกซ์ของเบิร์กเล่ย์ที่เรียกว่า 4.2 BSD ซึ่งในเวอร์ชันนี้สนับสนุนการทำงานกับเครือข่ายข้อมูลท้องถิ่นหรือแลนแบบอีเธอร์เน็ต และการต่อเชื่อมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทางทหารของสหรัฐอเมริกาที่เรียกว่า ARPANET

ในขณะเดียวกันเจ้ายุทธจักรยูนิกซ์อีกเจ้าในโลกคือ บริษัท เอทีแอนด์ที

ก็พัฒนาขีดความสามารถของยูนิกซ์ในแง่ของการสื่อสารขึ้นมาเช่นกัน แต่เก็บไว้ใช้ข้างในไม่ค่อยปล่อยออกมา ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งไฟล์ได้ ทำรีโมตล็อคอินและพิมพ์ข้อมูลต่างเครื่องได้ รวมทั้งให้บริการอีเมล์ด้วย

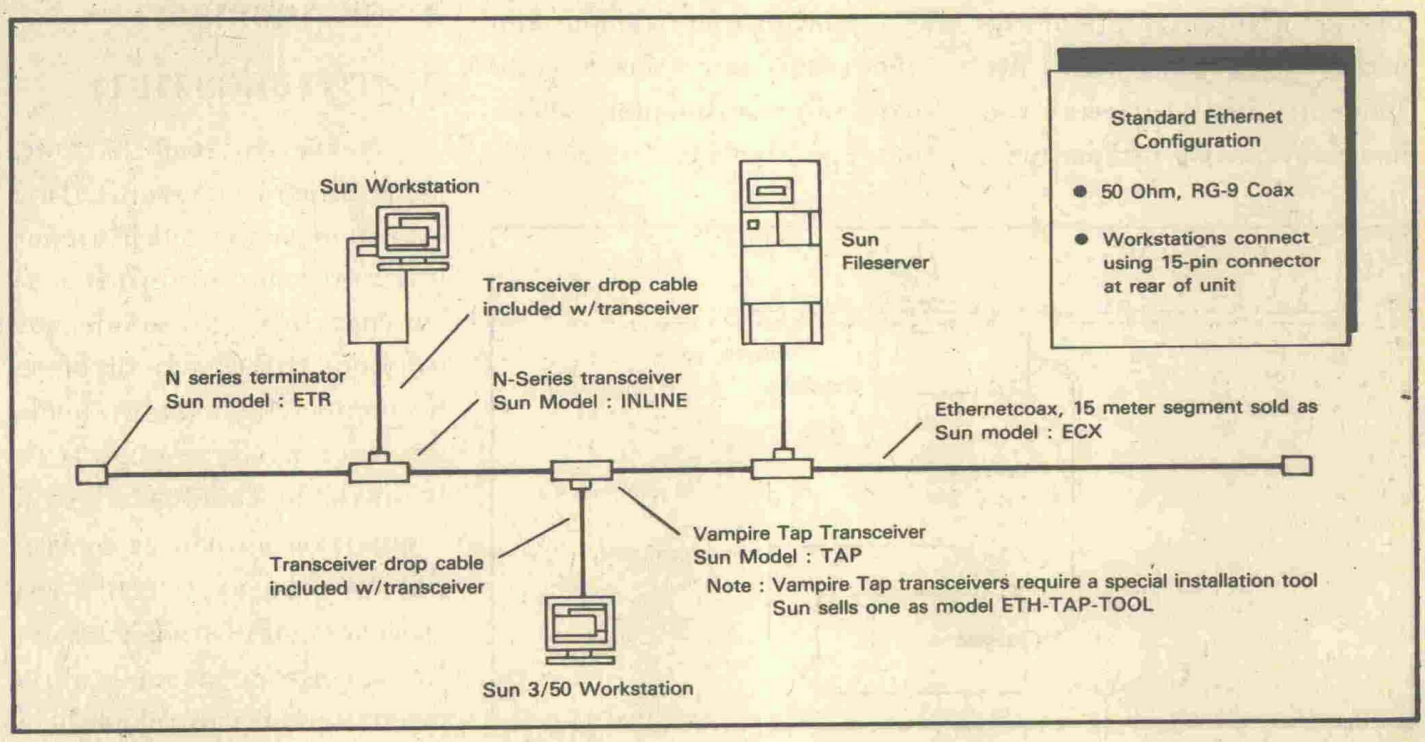
ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1980 มีคนพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับ UNIX System V โดยสนับสนุนการทำงานกับ TCP/IP ซึ่งส่วนใหญ่แล้วบริษัทเหล่านี้ก็คือคนที่พัฒนาฮาร์ดแวร์สื่อสารนั่นเอง

บริษัท เอทีแอนด์ที เริ่มกลับมามีบทบาทในเรื่องของข่ายคอมพิวเตอร์ในยูนิกซ์อีกครั้งเมื่อนายเดนนิส ริตชี่ เสนอความคิดเรื่อง I/O เทคนิคเรียกว่า สตรีม (Stream I/O) ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ในยูนิกซ์ใน UNIX System V.3 ได้บรรจุเทคโนโลยีนี้เข้าไปอย่างเต็มที่ รวมทั้ง TLI (Transport Layer Interface) ซึ่งติดต่อกับส่วนสื่อสารในยูนิกซ์ในลักษณะของไลบรารีภาษาซีก็เริ่มปรากฏในยูนิกซ์รุ่นนี้ด้วย ทำให้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ความสามารถของข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมาก

เทคโนโลยีข่ายสื่อสารสำหรับยูนิกซ์

ถ้าเรามองดูคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบยูนิกซ์ทั่วไปแล้ว ในสายตาผมจะแบ่งตามการใช้งานออกเป็น 2 พวก พวกหนึ่งคือ พวกใช้ส่วนตัวได้แก่ เวอร์กสเตชันทางวิศวกรรม ซึ่งเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านเน็ตเวอร์กเรียกได้ว่าเติบโตมาจากระบบพวกนี้ อีกพวกหนึ่งคือตัวระบบยูนิกซ์ที่ใช้งานกับผู้ใช้จำนวนมาก ๆ เพื่อทำงานทางด้านธุรกิจ เช่น พวกระบบฐานข้อมูล เป็นต้น ในการเชื่อมต่อในหน่วยงานเดียวกันที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือใช้อีเธอร์เน็ตแลนดังรูปที่ 1

การเชื่อมต่อกันด้วยแลนจะให้ความเร็วถึง 10 เมกะบิต/วินาที เคเบิลที่ใช้จะมีหลัก ๆ 2 ชนิดคือ 10BASE5 ซึ่งบางทีจะเรียกว่า Thick Ethernet (อย่างหนา) ใช้สาย COAX แบบ RG-9 ความต้านทาน 50 โอห์ม ส่วนอีกแบบคือสายแลนแบบอีเธอร์เน็ตปกติที่เราจะเห็นใช้กับระบบของพีซีเป็นสาย 50 โอห์ม RG-58 แบบนี้จะเรียกว่า 10BASE2 หรือ Thin Ethernet (อย่างบาง) บางทีเขาก็เรียก Cheaper net (แลนแบบปอน ๆ ว่างั้นเถอะ) ในการต่อกับ Thick Ethernet นั้นต้องมีส่วนเชื่อมโยงกับสายแลน เรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Tranceiver) และมีสายเดินจากตัวทรานซีฟเวอร์เข้ามายังการ์ดแลน เรียกว่า AUI เคเบิลหรือ Drop เคเบิล แต่ในบางครั้งถ้าการ์ดแลนมีทรานซีฟเวอร์อยู่ภายใน (สำหรับ Thin Ethernet)



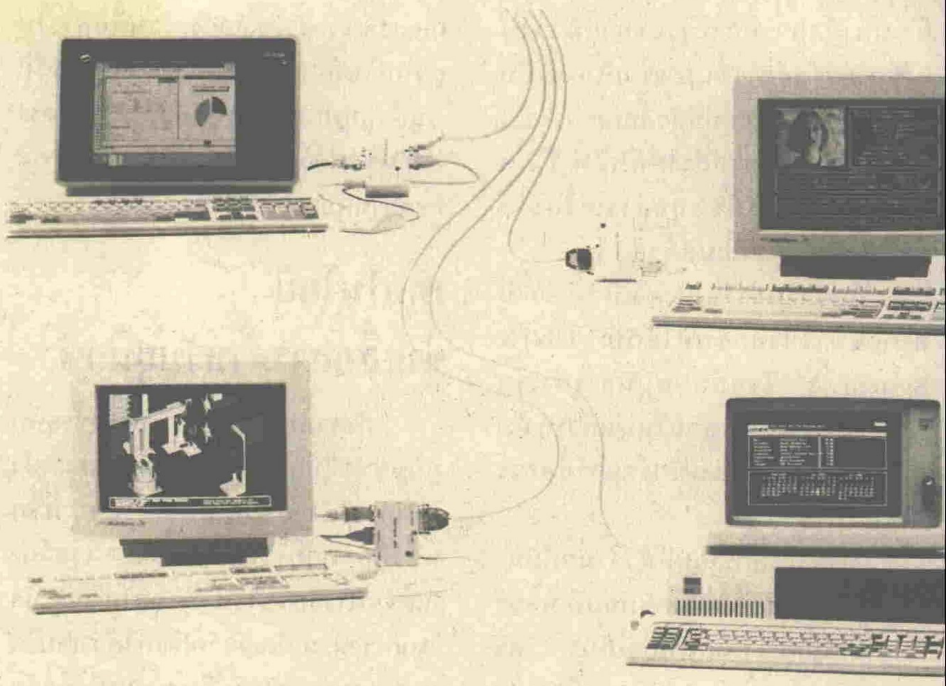
รูปที่ 1 แลนของยูนิกซ์เวอร์กสเตชัน

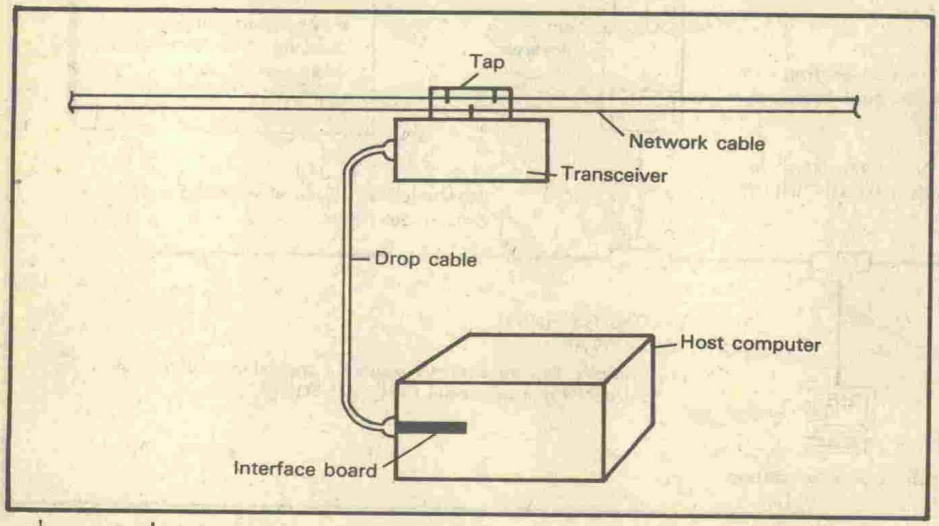
ก็อาจต่อได้เลย เราสรุปเป็นรูปได้ดังรูปที่ 2 ครับ

ระบบยูนิกซ์เป็นระบบที่เน้นแนวคิดของระบบเปิด (Open System) ทั้งทางฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ระบบปิดของบริษัทใดบริษัทหนึ่ง เช่น SNA และ IBM หรือ Decnet ของ DEC ไม่ค่อยเป็นที่สนใจของชาวยูนิกซ์นัก แนวคิดของระบบเปิดคือ มีมาตรฐานกลางในระดับนานาชาติที่ออกโดยองค์กรทางมาตรฐาน เช่น CCITT หรือ ISO ผู้ขายก็ผลิตไปตามมาตรฐาน ผู้ใช้ซื้อมาเชื่อมแล้วใช้ได้ทันที ของใครดีกว่าดูที่ประสิทธิภาพครับ ลักษณะนี้จะเป็นตลาดของผู้ใช้ซึ่งผู้ใช้จะได้เปรียบมากในการเลือกซื้อของดีที่สุดมาใช้ ซึ่งในปัจจุบันแนวโน้มมุ่งไปทางระบบเปิดมากขึ้นทุกที

ระบบยูนิกซ์ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะสนับสนุนโปรโตคอลแบบ TCP/IP ซึ่งคิดขึ้นโดย DOD (Department of Defense) หรือกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ และใช้งานกันอย่างมากในอเมริกา โปรโตคอลนี้ทำให้เกิด Internetworking คือส่งข้อมูลระหว่างเครื่องที่ต่อผ่านข่ายคอมพิวเตอร์หลายชนิดได้โดยไม่ต้องสนใจว่าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดไหนบ้าง และทำให้เกิดการติดต่อระหว่างโปรเซส (Interprocess Communication หรือ IPC) ที่อยู่ต่างเครื่องกัน

สำหรับในระยะทางไกลนั้น ระบบยูนิกซ์ของบริษัทต่าง ๆ มักจะสนับสนุนการเชื่อมโดยผ่านโมเด็มแบบ Point to Point โดยใช้โปรโตคอลเรียกว่า SLIP (Serial Link Internet Protocol) หรือผ่าน X.25 WAN ซึ่ง X.25 นี้เริ่มมีให้บริการใช้ได้แล้วในเมืองไทยคือระบบ Thaipak ของการสื่อสาร

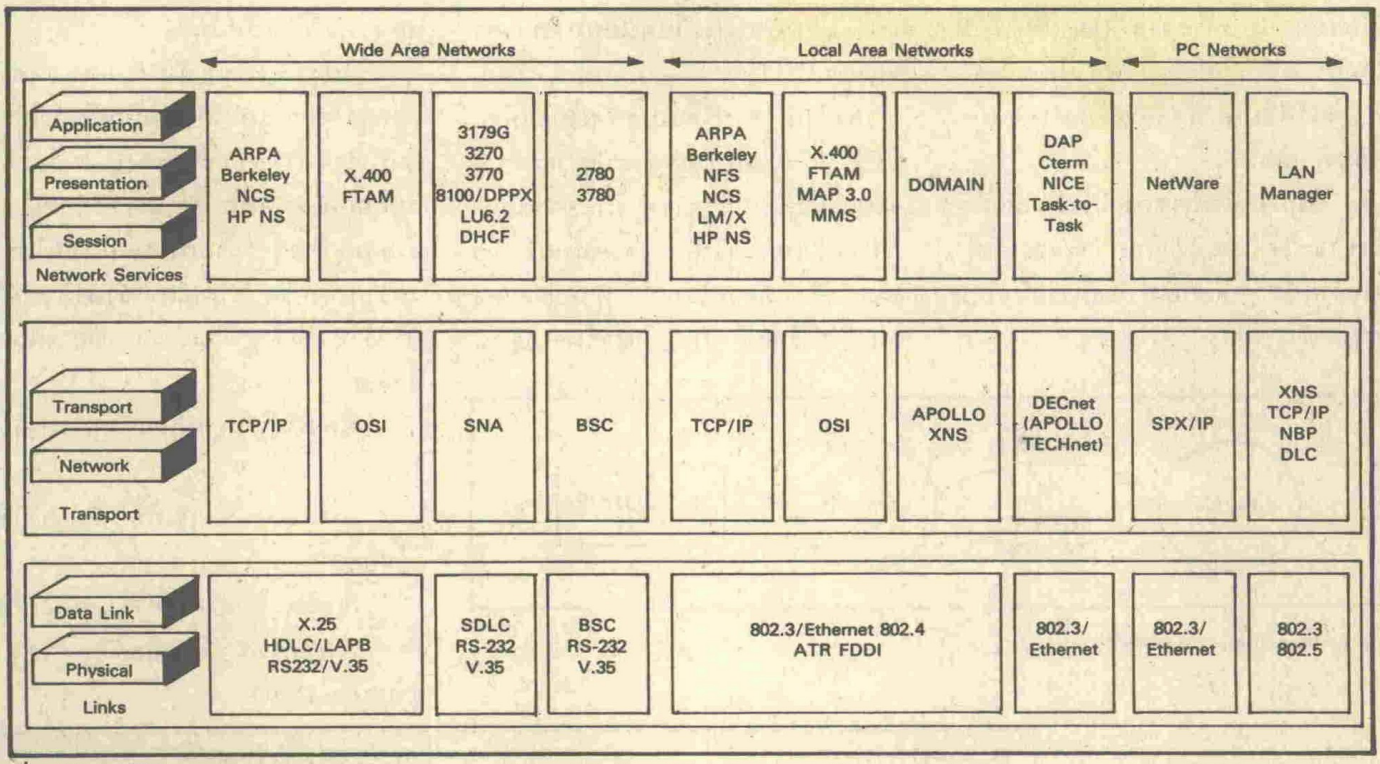




รูปที่ 2 การต่อเครื่องยูนิกซ์เข้ากับแลน

ฮาร์ดแวร์ต่อกันแล้ว ถึงคราวซอฟต์แวร์บ้าง

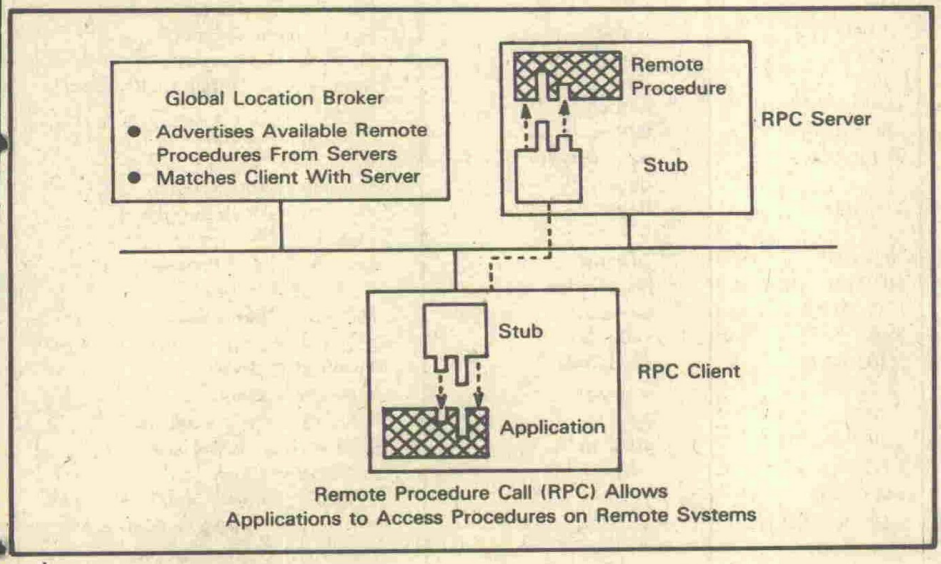
พอจับฮาร์ดแวร์คุยกันได้ (LAN, WAN, Serial) ถึงคราวซอฟต์แวร์บ้าง การที่คอมพิวเตอร์จะคุยกันรู้เรื่องก็ต้องเจรจาภาษาเดียวกัน ภาษาหรือข้อตกลงในการเจรจาพาทีระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านข่ายสื่อสารเราเรียกว่า โปรโตคอล ซึ่งแม่แบบของโปรโตคอลในระบบเปิดที่สำคัญมี 2 พวกคือ OSI และ TCP/IP เรื่องโปรโตคอลนี้เป็นอย่างไรขอให้ไปดูในวารสารไมโครเล่ม 62 บทความเรื่อง "คุยเฟื่องเรื่อง TCP/IP" ของคุณภุชงค์ อุทโยภาศ ถามผู้เขียนแล้วเขาไม่ว่าอะไรครับ โปรโตคอลนี้มีมากมายมหาศาล ผมจะลองยกมาให้ดูเล่นในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างโปรโตคอลในข่ายคอมพิวเตอร์

ผู้พัฒนาโปรแกรมจะพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program Interface หรือ API) ซึ่งมีในระบบที่ดังมากก็คือ Socket Interface ที่มีมากับยูนิกซ์ 4.2 BSD ขึ้นไป อีกแบบคือใช้ Remote Procedure Call หรือ RPC ซึ่งมีแนวคิดดังรูปที่ 4

ในแนวคิดของ RPC คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในระบบจะมีส่วนของโปรแกรมซึ่งทำงานอยู่ โปรแกรมประยุกต์ที่เราเขียนขึ้นจะเรียกใช้โปรแกรมที่อยู่ต่างเครื่องได้เสมือนกับว่าเป็นซับรูทีนในโปรแกรมของเราโดยระบบจะช่วยให้เราสร้าง Stub ซึ่งแปลงจากการเรียกฟังก์ชันธรรมดาเป็นโปรโตคอลคุยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไป โปรแกรมที่อยู่อีกเครื่องก็ทำงานกุ๊กกิ๊กสักพักก็ส่งคำตอบกลับมา ซึ่ง Stub จะแปลงกลับเป็นค่าที่คืนจากการเรียกฟังก์ชัน คนพัฒนาโปรแกรมก็ไม่ต้องรู้เรื่องเน็ตเวอร์กเลย แค่รู้ว่ามีอะไรให้เรียกใช้บ้างก็พอ



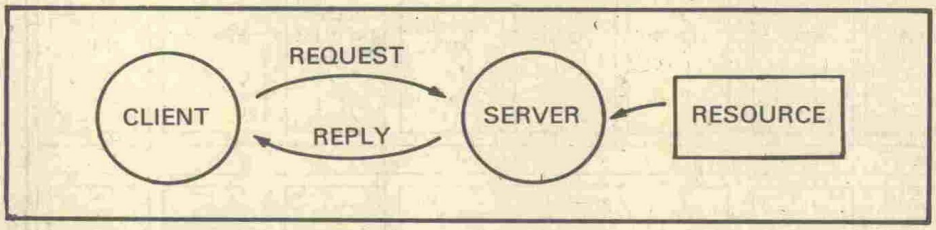
รูปที่ 4 แนวความคิดของ RPC

ไคล์เอนต์-เซอร์ฟเวอร์ และเหล่าปีศาจ

ถ้าพูดถึงแนวโน้มของการวางระบบขนาดใหญ่ แนวคิดจะเริ่มเปลี่ยนแปลงจากระบบแบบรวมศูนย์ (Centralize)

เป็นระบบแบบกระจาย (Distributed) โดยกระจายงานประมวลผลไปตามคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่ต่อกันผ่านข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามแนวนี้เขาจะใช้โมเดลที่เรียกว่าไคล์เอนต์-เซอร์ฟเวอร์ คือแบ่งโปรแกรมเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แนวคิดแบบไคล์เอนต์เซอร์ฟเวอร์

เซอร์ฟเวอร์เป็นคนถือทรัพยากรของระบบไว้ เช่น ฐานข้อมูล, ไฟล์, เครื่องพิมพ์ ส่วนไคเอนต์เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่นำเอาทรัพยากรมาใช้ ไคล์เอนต์จะขอใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ผ่านข่ายคอมพิวเตอร์โดยเซอร์ฟเวอร์จะตอบกลับมาโดยส่งสิ่งที่ต้องการมาให้ ตัวอย่างของแนวคิดนี้ได้แก่ SQL เซอร์ฟเวอร์บนแลนของพีซี เป็นต้น

ในยูนิกซ์ได้สนับสนุนแนวคิดนี้อยู่แล้วโดยธรรมชาติ ในยูนิกซ์จะมีโปรเซสปีศาจ (Daemon Process) ทำงานอยู่ตลอดเวลาเพื่อรอรับการติดต่อผ่านข่ายคอมพิวเตอร์จากภายนอก เมื่อโปรแกรมบนเครื่องอื่นติดต่อเข้ามาก็จะให้บริการบางอย่าง ตัวอย่างของปีศาจเหล่านี้ได้แก่

ftpd-ให้บริการเกี่ยวกับการส่งรับไฟล์

nfsd-ให้บริการเกี่ยวกับการใช้รีโมตดิสก์

rlogind-ให้บริการทำรีโมตล็อคอิน

telretd-ทำรีโมตล็อคอินมาตรฐานของ DOD

รูปที่ 6 แสดงบริการที่มีและ Well known port number

Decimal	Keyword	UNIX Keyword	Description
0			
1	TCPMUX	–	Reserved
5	RJE	–	TCP Multiplexer
7	ECHO	echo	Remote Job Entry
9	DISCARD	discard	Echo
11	USERS	systat	Discard
13	DAYTIME	daytime	Active Users
15	–	netstat	Daytime
17	QUOTE	qotd	Network status program
19	CHARGEN	chargen	Quote of the Day
20	FTP-DATA	ftp-data	Character Generator
21	FTP	ftp	File Transfer Protocol (data)
23	TELNET	telnet	File Transfer Protocol
25	SMTP	smtp	Terminal Connection
37	TIME	time	Simple Mail Transport Protocol
42	NAMESERVER	name	Time
43	NICNAME	whois	Host Name Server
53	DOMAIN	nameserver	Who Is
77	–	rje	Domain Name Server
79	FINGER	finger	any private RJE service
93	DCP	–	Finger
95	SUPDUP	supdup	Device Control Protocol
101	HOSTNAME	hostnames	SUPDUP Protocol
102	ISO-TSAP	iso-tsap	NIC Host Name Server
103	X400	x400	ISO-TSAP
104	X400-SND	x400-snd	X.400 Mail Service
111	SUNRPC	sunrpc	X.400 Mail Sending
113	AUTH	auth	SUN Remote Procedure Call
117	UUCP-PATH	uucp-path	Authentication Service
119	NNTP	nntp	UUCP Path Service
129	PWDGEN	–	USENET News Transfer Protocol
139	NETBIOS-SSN	–	Password Generator Protocol
160-223	Reserved		NETBIOS Session Service

อื่น ๆ อีกมากมายครับพูดไม่หมด แน่ โปรเซส daemon เหล่านี้จะรอให้บริการโดยจองสิ่งที่เรียกว่า well known port ซึ่งเป็นตัวเลขที่กำหนดไว้ ใครจะใช้บริการก็ติดต่อมาโดยอ้างแอดเดรสเครื่องแล้วบอกตัว well known port ให้ระบบก็จะเกิดการเชื่อมต่อกับเซอร์ฟเวอร์ได้ ตัวอย่างของ well known port แสดงไว้ในรูปที่ 6

ในขณะนี้มีระบบติดต่อกับผู้ใช้ที่โด่งดังขึ้นมาคือเอกซ์วินโดว์ โดยที่ระบบนี้เน้นในเรื่องของ Distributed มาก บนเครื่องเวอร์กสเตชันจะทำตัวเป็นเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ซึ่งคุมทรัพยากรได้แก่ เมาส์ คีย์บอร์ดและวินโดว์ โปรแกรมของเรา เช่น CAD ที่ต้องการแสดงผลต้องขอใช้บริการของระบบเอกซ์เซอร์ฟเวอร์ผ่านข่ายสื่อสาร ทำให้เราสามารถใช้ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่อยู่ห่างไปหลายร้อยกิโลได้โดยให้การแสดงผลมาปรากฏบนจอภาพของเรา แนวคิดนี้แสดงได้ในรูปที่ 7

แล้วผู้ใช้เล่นอะไรได้บ้าง

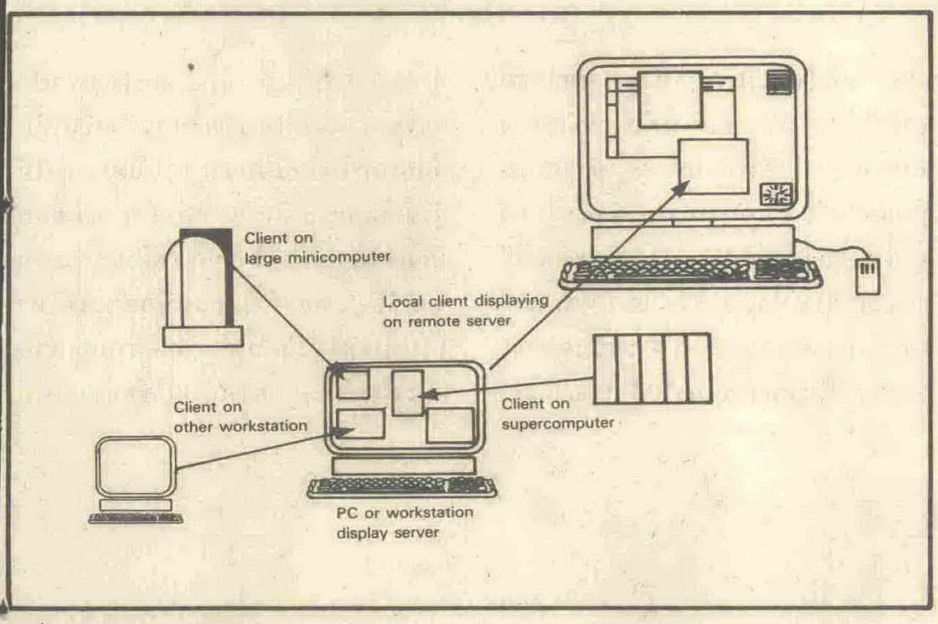
ในแง่ของคนใช้เครื่องแล้วเรามีอะไรให้เล่นบ้าง ลองมาดูกัน 2-3 ข้อใหญ่ ๆ นะครับ

การทำรีโมตล็อคอินบนระบบยูนิกซ์มียูทิลิตี้อยู่ 2 ตัวคือ rlogin ซึ่งเขียนโดยเบิร์กเล่ย์ เรานั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามสามารถทำการล็อคอินไปใช้เครื่องอื่นที่ต่อผ่านข่ายสื่อสารได้หมด แต่ rlogin ใช้ได้กับยูนิกซ์ด้วยกันเท่านั้น

ในเรื่องนี้มีโปรแกรมอีกโปรแกรมคือ telnet ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานในลักษณะของเวอร์ชวลเทอร์มินัลตามมาตรฐานของ DOD ใช้เทลเน็ตแล้วนอกจากจะใช้กับยูนิกซ์ด้วยกันได้ยังใช้กับคอมพิวเตอร์อื่นที่ต่อร่วมข่ายสื่อสารเดียวกันด้วย ในระบบของเวอร์กสเตชันที่เป็นแบบมัลติวินโดว์ยิ่งสนุกมากครับ เปิด 3 วินโดว์ใช้พร้อมกัน 3 เครื่องเลย

การทำไฟล์ทรานสเฟอร์มีโปรแกรมช่วยคือ rcp ของเบิร์กเล่ย์ ซึ่งจะก็อบปี้ไฟล์ข้ามระบบมาให้คล้ายกับทำคำสั่ง cp ในยูนิกซ์ แต่การส่งรับไฟล์จะไม่ซับซ้อนมาก ถ้าต้องการโปรแกรมเก่ง ๆ ต้องใช้โปรแกรม ftp โดยที่เราต้องมียูสเซอร์ที่อีกเครื่องด้วย ใน ftp เราสามารถสั่งเปลี่ยนไดเรคทอรี ดูไดเรคทอรีที่เครื่องอื่น ส่งรับไฟล์ ที่ดีกว่านั้นคือ ทำการติดต่อกับระบบที่ไม่ใช่ยูนิกซ์ได้ด้วย เพราะทำงานตามมาตรฐานของ DOD เช่นเดียวกับเทลเน็ต

ในเรื่องของไฟล์มีผลิตภัณฑ์อีกตัวซึ่งถือเป็นมาตรฐานกลาย ๆ คือ NFS (Network File System) ซึ่งถือกำเนิดมาจากบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์และแพร่หลายมากในโลกของ UNIX NFS ทำให้เครื่องยูนิกซ์ที่อยู่บนแลนมองเห็นดิสก์ของอีกฝ่ายถึงกันหมดเหมือนกับเป็น



รูปที่ 7 ระบบของเอกซ์วินโดว์

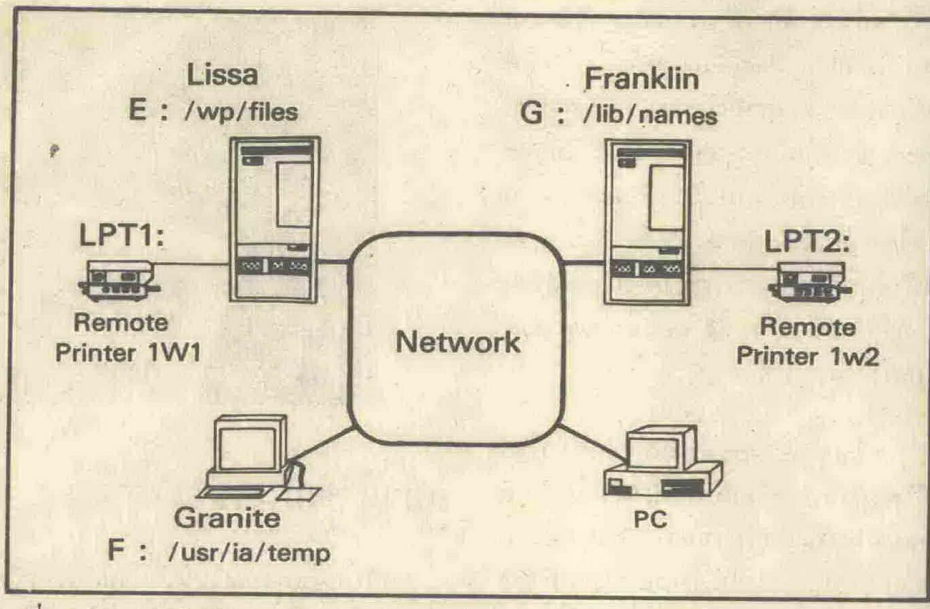
สค์ในระบบของตัวเอง โดยแต่ละเครื่องจะมี NFS ไคล์เอนต์และเซอร์ฟเวอร์ทำงานอยู่ ยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันยังมี NFS สำหรับพีซี เช่น PC-NFS ของบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ ทำให้พีซีของเราสามารถมองเห็นไดเรคทอรีบนเครื่องยูนิกซ์เป็นไดรฟ์ตัวหนึ่งในพีซี และยังสนับสนุนการใช้งานรีโมตพรินเตอร์อีกด้วยดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9

ในรูปที่ 8 พีซีของเราจะมองเห็นดิสค์บนเซอร์ฟเวอร์และบนเวอร์กสเตชันเป็นไดรฟ์ E:, F: และ G: ตามลำดับ

สุดท้ายก็คือ บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้โดยโปรแกรม mail ในยูนิกซ์นั้น ระบบเมล์จัดว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่มีการใช้งานมากที่สุดและมีเครือข่ายที่ไพศาลไปทั่วโลก มาตรฐานของอีเมล์ที่ใช้จะเป็น SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) และ UUCP เป็นหลัก โดยตัวระบบเมล์จะแบ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้และส่วนที่ส่งเมล์ของไปยังเน็ตเวอร์กคือโปรแกรม sendmail โปรแกรมนี้เองจะไปดูรูปแบบของที่อยู่ผู้รับเพื่อตัดสินใจในการส่งว่าไปไหนและใช้วิธีใดอีกครั้ง แต่ในแง่ผู้ใช้รู้แค่ที่อยู่ปลายทางก็พอแล้ว

ก้าวต่อไปของยูนิกซ์กับการสื่อสาร

ในแง่ของมาตรฐานแล้ว ยูนิกซ์ก็คงเน้นความเป็นระบบเปิดต่อไป แต่มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนจาก TCP/IP เป็น OSI แต่ก็นานมาก (อาจจะศตวรรษหน้าแน่ะครับ) ตอนนี้พัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีทำให้การวางข่ายคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงมาก ดังนั้นในแง่ผู้ใช้คงจะได้ใช้โปรแกรมประยุกต์ที่มีลักษณะทำงานแบบกระจายมากขึ้น และการทำงานเป็นกลุ่มโดยมีข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นตัวเชื่อมโยงในลักษณะเครือข่ายของบริษัท (Corporate Network) คงจะเข้ามามีบทบาทในธุรกิจมากขึ้น ด้วยเทคโนโลยีของระบบเปิดจะทำให้ผู้ใช้เลือกเอาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันได้ง่ายกว่าเดิม ระบบข่ายข้อมูลของพีซีและยูนิกซ์จะเข้ามาร่วมทำงานด้วยกันเพื่อเพิ่มความสะดวกและประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้อย่างเต็มที่



รูปที่ 8 PC-NFS กับข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์

Computer	Name	As seen by DOS on PC
Lissa	/wp/files	Disk drive E
Granite	/usr/ia/temp	Disk drive F
Franklin	/lib/names	Disk drive G
Remote Printer 1	lw1	LPT1
Remote Printer 2	1w2	LPT2

รูปที่ 9